22

Dr. Kronid Slavjansky, *Ueber die Abhängigkeit der mittleren Strömung des Blutes von dem Erregungsgrade der sympathischen Gefässnerven.* Aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Vorgelegt von dem wirklichen Mitgliede *C. Ludwig.*

Mit zwei Holzschnitten.

Mit Sicherheit lässt sich voraussagen, nach welcher Richtung hin sich die Geschwindigkeit in einem Aste der Aorta änderte, wenn nur seine Nerven ihren bisherigen Erregungsgrad mit einem andern vertauschten. Die Aenderung der Geschwindigkeit in dem Stamme der Aorta bleibt dagegen unbestimmt, wenn die Nerven einer grössern Zahl ihrer Aeste in einen andern Erregungsgrad übergehen. Wird z. B. dieser letztere von einem niedern zu einem höhern Werthe gebracht, so wächst der Druck in der Aorta; zunächst unzweifelhaft darum, weil sich in ihr das Blut anstaut, da eine Anzahl ihrer Ausflussmündungen gesperrt ist. Dieses Emporgehen des Druckes erreicht jedoch trotz der andauernden Reizung der Gefässnerven alsbald eine Grenze, die offenbar dann gewonnen ist, wenn sich der Zufluss aus dem Herzen mit dem Abfluss nach den Capillaren hin ins Gleichgewicht gesetzt hat. Ist dieses letztere eingetreten, so lässt sich ohne Zuhülfenahme neuer Kennzeichen nicht mehr entscheiden, ob die Geschwindigkeit während des höheren Drucks im Vergleich zu der während eines niederen vermehrt oder vermindert war. Ob das Eine oder das Andere eintritt, wird davon abhängen, inwieweit sich die Verengung einer Anzahl von Ausflussmündungen durch die Ausdehnung ausgeglichen hat, welche andere in Folge des höheren Druckes erfuhren. Bei den vielfachen und meist schwer zugänglichen Verzweigungen des Aortenbaumes kann hierüber ein Aufschluss nur erfolgen, wenn man die Aenderungen der Geschwindigkeit in einem der Stämme des Gefässsystemes zu be-

stimmen vermag, in welchem sehr viele oder gar alle Aeste desselben zusammenfliessen.

Als Herr Prof. C. *Ludwig* mir den Vorschlag machte, mich mit der Lösung dieser Aufgabe zu beschäftigen und mir dabei auch die Wege andeutete, welche zu dem gewünschten Ziele führen könnten, war ich der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen gern bereit, der Aufforderung zu folgen.

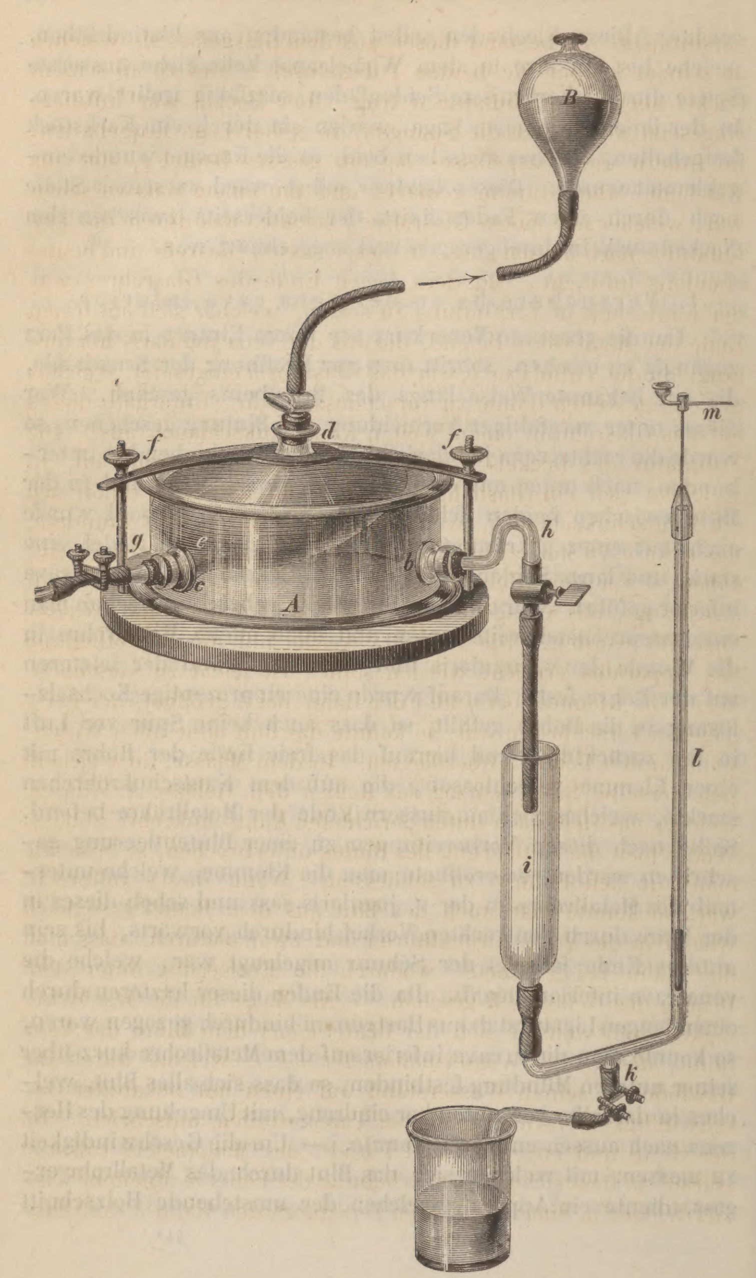
Meinem Vorhaben gemäss hatte ich also das Blutvolum zu bestimmen, das den Querschnitt eines Gefässes erster Ordnung in einer bestimmten Zeit passirte, während welcher sich eine möglichst grosse Anzahl von Vasomotoren entweder in dem ruhenden oder in dem erregten Zustande befand. — Das Blutvolum, welches durch die Gefässe floss, bestimmte ich dadurch, dass ich die letzteren öffnete und die aus ihnen hervorströmende Flüssigkeitsmenge maass. Die Orte, an welchen ich dieses ausführte, waren die vena cava inferior und die arteria carotis. Nachdem die Ausflussmenge in der Zeiteinheit gemessen war, wurde das entleerte Blut allsogleich in das Gefässsystem zurückgeführt, so dass die verschiedenen, an demselben Thiere angestellten Beobachtungen von einem immer gleichen Blutgehalt des letztern ausgingen. — Den Erregungsgrad einer möglichst grossen Anzahl von Vasomotoren änderte ich in weiten Grenzen dadurch, dass ich das Mark in der Höhe des zweiten Halswirbels durchschnitt, und dieses entweder in Ruhe liess oder tetanisirte. Da dieses letzte Verfahren allen Versuchen gemeinsam war, so werde ich dasselbe zuerst beschreiben.

Armirung des Halsmarkes. Die zum Versuche ausgewählten Thiere waren kleine und womöglich junge Hunde oder erwachsene Kaninchen; sie wurden curaresirt und durch künstliche Respiration am Leben erhalten. An ihnen wurde nach sorgfältiger Lostrennung der entsprechenden Muskeln, wobei jede Blutung ängstlich vermieden wurde, der Bogen des zweiten Halswirbels blossgelegt und darauf dieser mittels des Trepans beiderseits von der Mittellinie durchbohrt; unter Beihülfe der Knochenzange wurde die Brücke zwischen den beiden Trepanlöchern weggebrochen, so dass die dura mater zu Tage kam. Alsdann wurde diese und darauf auch das Rückenmark auf einer gebogenen Sonde durchschnitten. In den Sack der harten Hirnhaut wurden alsbald zwei Electroden eingeschoben und zwar so, dass die eine derselben um einige Millimeter tiefer als die andere hinab-

reichte. Diese Electroden selbst bestanden aus Platindräthen, welche bis auf ihre in dem Wirbelcanal befindliche äusserste Spitze durch überfirnisste Seidenfäden sorgfältig isolirt waren. In der ihnen gegebenen Lage wurden sie durch ein Korkstück festgehalten, welches zwischen beide in die Knochenwunde eingeklemmt wurde. Dieses letztere selbst ward an seiner Stelle noch durch einen Faden fixirt, der beiderseits zwischen den Nackenmuskeln durchgezogen und zugeschnürt war.

1. Versuchsreihe an der vena cava inferior.

Um die genannte Vene kurz vor ihrem Eintritt in das Herz zugängig zu machen, schritt man zur Eröffnung der Brusthöhle, die auf bekannte Weise längs des Brustbeins geschah. War dieses unter sorgfältiger Vermeidung der Blutung geschehen, so wurde die rechte vena jugularis blossgelegt, nach oben hin unterbunden, nach unten mit einer Klemme verschlossen und in der Mitte zwischen beiden Schlussstellen eröffnet. Alsbald wurde auch mit einer gekrümmten, stumpfen, gestielten Nadel eine starke und lange Seidenschnur nahe am Herzen um die vena cava inferior geführt. War diese an ihre Stelle gebracht, so schob man eine entsprechend weite unten und oben offene Metallröhre in die Wunde der v. jugularis und band die Wand der letzteren auf der Röhre fest. Darauf wurde eine einprozentige Kochsalzlösung in die Röhre gefüllt, so dass auch keine Spur von Luft in ihr zurückblieb und hierauf das freie Ende der Röhre mit einer Klemme verschlossen, die auf dem Kautschukröhrchen steckte, welches sich am äussern Ende der Metallröhre befand. Sollte nach diesen Vorbereitungen zu einer Blutentleerung geschritten werden, so eröffnete man die Klemme, welche unterhalb des Metallrohrs an der v. jugularis sass und schob dieses in der Vene durch den rechten Vorhof hindurch vorwärts, bis sein unteres Ende jenseits der Schnur angelangt war, welche die vena cava inferior umgab. Da die Enden dieser letzteren durch einen langen Ligaturstab aus Hartgummi hindurch gezogen waren, so konnte man die v. cava inferior auf dem Metallrohre kurz über seiner unteren Mündung festbinden, so dass sich alles Blut, welches in dasselbe von unten her eindrang, mit Umgehung des Herzens nach aussen entleeren konnte. — Um die Geschwindigkeit zu messen, mit welcher sich das Blut durch das Metallrohr ergoss, diente ein Apparat, welchen der umstehende Holzschnitt


B
d
f
f
g
e
c
b
h
A
m
i
l
k

versinnlicht. Es bestand dieser aus dem Glasgefäss *A*, welches an seinem Körper die beiden Tubulaturen *b* und *c*, an seinem Deckel aber die Tubulatur *d* trug. Der Deckel war luftdicht eingesetzt und durch die Spange *ff* in seiner Lage festgehalten. Im Innern des Glasgefässes lag ein grosser Beutel *e*, der aus weichem rothen Gummi gemacht und mit einem Hals versehen war, welcher auf einem Glasrohre *g* steckte, das durch die Tubulatur *c* nach aussen ging. In dieser sassen Glasrohr und Beutel ebenfalls luftdicht. Mit dem freien Ende des Glasrohres war der Kautschuk in Verbindung zu setzen, welcher sich am freien Ende der Metallröhre befand, die aus der vena jugularis hervorging. In die Tubulatur *b* war das Glasrohr *h* eingesetzt, welches mit einem weiten Hahne zu verschliessen war. Unterhalb dieses lief das Glasrohr in einen weiten Kautschukschlauch aus. Die Tubulatur des Deckels *d* nahm ebenfalls ein Glasrohr auf, in welchem sich ein Glashahn befand. Jenseits dieses erhob sich ein Kautschukschlauch, welcher in ein Glasgefäss *B* mündete, das etwa 0,75 Meter hoch über dem Glasgefäss *A* in einem Stative ruhete. Vor dem Gebrauche war aus dem Beutel *e* alle Luft ausgesaugt, das Glasgefäss *A* dagegen vollkommen mit Wasser angefüllt worden. Die Absicht, welche mit dieser Abtheilung des Apparates erreicht werden sollte, ist leicht zu verstehen. Wenn die Klemme bei *g* und der Hahn bei *h* geöffnet, der bei *d* dagegen verschlossen war, so konnte das Blut ohne allen Widerstand in den Beutel *e* überfliessen. In dem Maasse, in welchem sich derselbe füllte, entzog das Rohr *h* dem Gefässe *A* Wasser, welches aus dem nach unten gerichteten Kautschukrohre abfloss. Wollte man die Entleerung des Blutes unterbrechen, so brauchte man nur den Hahn *h* zu schliessen. Wenn dieses vollbracht war, so konnte man auch das Blut aus dem Beutel *e* sogleich wieder in die Vene zurückführen und zwar dadurch, dass man den Hahn bei *d* öffnete, wodurch die Entleerung unter dem Drucke des Gefässes *B* geschah. — Als Maass für die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Beutel *e* aus dem Blute der Vene füllte, diente das Wassermanometer *i k l*, welches durch die Glasfeder *m* seinen Wasserstand auf einen mit bekannter Geschwindigkeit vorübergeführten Papierstreifen aufschrieb. Da der weite und enge Schenkel *i* und *l* des Manometers calibrirt waren, so liess sich aus der Erhebung der Feder *m* ableiten, wieviel Wasser in einer gegebenen Zeit durch den Hahn *h* des Glas-

gefässes A in den weiten Schenkel des Manometers i übergetreten war. Um das Manometer rasch entleeren zu können, trug sein horizontaler Schenkel k ein abwärts gerichtetes Röhrchen, welches durch Kautschuk und eine Klemme geöffnet und geschlossen werden konnte.

Nachdem ich das Verfahren, soweit es zum Verständniss desselben nothwendig ist, geschildert habe, werde ich zur Erörterung der Leistung übergehen, zu welcher es mir befähigt erscheint. Es dürfte keinem Zweifel unterworfen sein, dass die Blutmengen, welche in den Kautschukbeutel übertreten, von der Feder des Manometers wahrheitsgemäss aufgeschrieben werden. Unsere Betrachtung hätte sich also nur mit der Frage zu beschäftigen, in welchem Verhältniss die Blutvolumina, die in das Metallrohr übertreten, zu dem Strome in dem Körper des Thieres stehen. Um diese Frage zu erledigen, mache ich zunächst die Annahme, dass alles Blut, welches aus den Wurzeln der vena cava inferior in diese entleert wird, auch aus dem Metallrohr hervortrete. Unter dieser Bedingung setzt sich das aus der vena cava ausgeflossene Volum aus zwei Antheilen zusammen. Der erste derselben gehört dem Vorrath an, welcher in den Venen auch dann noch vorhanden ist, wenn in sie von Seiten der Capillaren her keine neue Flüssigkeit nachgeschoben wird. Da jener in weitverzweigten und z. Th. engen Röhren aufgespeichert liegt und zwar so, dass seine Spannung von den Gefässen kleinen Kalibers zu denen von grösserem in einer sehr allmäligen Abnahme begriffen ist, so wird im Beginn des Abfliessens die Geschwindigkeit des letzteren eine bedeutendere, im weiteren Verlauf des Ausströmens aber in einer stetigen Abnahme begriffen sein. Die Richtigkeit dieser Betrachtung empfängt ihre Bestätigung, ganz abgesehen von bekannten mechanischen Grundsätzen, durch die Erscheinungen, welche man an dem eben getödteten pulslosen Thiere gewinnen kann, dem man in der oben beschriebenen Weise ein Röhrchen in die vena cava inferior gebunden hat.

Der zweite Antheil der Flüssigkeitsmenge, die am lebenden Thiere aus der v. cava inferior hervorgeht, rührt von dem Blute her, welches das Herz in die Wurzeln der v. cava hinübertreibt, denn jenes wird noch von der v. cava superior her mit Blut versorgt. Diese Behauptung, welche man aus theoretischen

Gründen anzufechten geneigt sein könnte, empfängt ihre Stütze durch die folgende Beobachtung.

In ihr wurde die Blutung aus der v. cava in passenden Zwischenräumen viermal nacheinander vorgenommen, zuerst bei offener aorta thoracica, die zweite und dritte, während das zuletzt genannte Gefäss unmittelbar über dem Zwerchfell durch einen Faden auf dem Ligaturstäbchen zugeschnürt war, und die vierte endlich, nachdem die Lichtung der Aorta wieder hergestellt worden. Jede der Blutungen dauerte 25 Secunden, die durch eine derselben in den Beutel übergeführte Blutmenge wurde nach Verfluss der 25 Secunden dem Herzen zurückgegeben, was, wie ich ein für allemal bemerke, in allen Versuchen geschah, in welchen die Blutung mehrmal hintereinander ausgeführt wurde. Nachdem das Blut in das Thier zurückgebracht war, wurde das Metallrohr aus der Vene herausgezogen, um zu constatiren, dass nirgends eine Gerinnung bestand. Zum vollen Verständniss der folgenden Zahlen gehören noch die Bemerkungen, dass die notirten Blutdrücke in der arteria carotis gemessen sind und dass jeder einzelne derselben den Mittelwerth während je 5 Secunden anzeigt. Jede der Zahlen, welche vor dem Worte »Blutmenge« stehen, geben, in Ccm. gemessen, das während je 5 Secunden ausgeflossene Volum an.

Hund. Körpergewicht 4370 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	Secunden.
Aorta offen	21	20	19	18	17	23	Druck in Millimetern Hg.
		20,6	12,7	12	8,7	16	Blutmenge in Ccm. (Sa. 70 Ccm.).
Aorta thoracica unterbunden.	103	102	97	93	89	84	Druck in Millimetern Hg.
		18,6	8	5,4	3,3	3,3	Blutmenge in Ccm. (Sa. 38 Ccm.).
Aorta thoracica unterbunden.	108	106	105	101	97	93	Druck in Millimetern Hg.
		15,3	11,3	9,4	5,3	5,3	Blutmenge in Ccm. (Sa. 46,6 Ccm.).
Aorta offen	48	46	44	42	38	34	Druck in Millimetern.
		18,6	12,7	11,3	9,4	8,6	Blutmenge in Ccm. (Sa. 60,6 Mm.).

Die Zahlen lehren, dass die Ausflussgeschwindigkeit während der Zeit, in welcher die Aorta offen stand, nicht unbeträchtlich grösser ist, als während der Verschliessung derselben. Da die Aorta erst unmittelbar vor dem Beginn der Blutung geschlossen wurde, so kann der hervorgetretene Unterschied nicht in einer anderen Vertheilung des Blutes durch den Körper hindurch gesucht werden; es kann somit der Ausfall, der während der Aortenverschliessung auftritt, nur darauf geschoben werden, dass

zu dieser Zeit weniger Blut vom Herzen her in die Wurzeln der v. cava inferior geworfen wurde. Diese Annahme gewinnt noch dadurch an Sicherheit, dass nicht bloss in den ersten 10 Secunden die Ausflussmenge während der Aortenunterbindung gegen die bei offener Aorta zurückstand, sondern dass dieses, und zwar in noch viel höherem Maasse, auch später eintrat.

Aus diesem Versuche, dem ich später noch einen andern gleichlautenden anreihen werde, geht also mit Sicherheit hervor, dass unter den von mir gewählten Bedingungen das aus der vena cava abfliessende Blut zum nicht geringen Theile von demjenigen vorgeschoben wird, welches während der Versuchsdauer aus dem Herzen kommt; aber auch dieser Antheil muss aus bekannten Gründen während der Dauer des Versuches in einer steten Abnahme begriffen sein.

Bis dahin wurde unterstellt, dass das Blut, welches aus den untern Extremitäten, der Wand und den Eingeweiden des Bauches in die v. cava übertrete, auch durch das Metallrohr zum Abfluss gelange. Dieses ist jedoch nachweislich nicht der Fall, denn es nimmt auch noch ein Theil desselben seinen Weg zum Herzen, durch die mehrfachen Verbindungen, welche inner- und ausserhalb des Wirbelkanals zwischen der oberen und unteren Hohlvene bestehen. Trotzdem dass innerhalb des Kautschukbeutels während der ganzen Versuchsdauer ein Druck herrscht, der unter dem atmosphärischen liegt, ist doch der Widerstand, welcher in der Richtung zum Manometer besteht, keineswegs als verschwindend anzusehen gegen den, welchen das Blut auf den natürlichen Verbindungswegen zwischen der oberen und unteren Hohlvene zu überwinden hat. Denn zum Herzen fliesst es durch weite und verhältnissmässig kurze Röhren mit elastischer Wandung, während es nur durch das lange, engere und steife Metallrohr zu dem Kautschukbeutel gelangen kann. Die soeben vorgebrachte Behauptung findet ihre Bestätigung, wenn man ohne jegliche Belästigung der Aorta einen Druck auf den Unterleib ausführt, während die Metallröhre in der v. cava inferior sitzt. Durch ihn wird nicht allein der Ausfluss aus der Röhre beschleunigt, sondern es steigt auch alsbald nachher der Druck in der arteria carotis, ein Umstand, welcher die Vertheilung der vermehrt zuströmenden Blutmenge zwischen die Ausflussrohre und das Herz unzweideutig beweist. Dem Ort des Druckes und der Anordnung des Versuchs gemäss kann aber der gesteigerte

Zufluss zum Herzen nur durch die Verbindungen zwischen den beiden Hohlvenen geschehen.

Wie gross der Antheil ist, welcher von dem Blute der v. cava inferior unter Vermeidung des Metallrohrs zum Herzen gelangt, bleibt natürlich unbekannt; ebenso lässt sich auch nichts sicheres über das Verhältniss der beiden Zweigströme zu einander angeben, wenn die Geschwindigkeit des Stromes in der v. cava inferior variirt. Den Eigenschaften gemäss, welche den Wandungen der beiden Stromzweige zukommen, dürfte es jedoch nicht unwahrscheinlich sein, dass bei einer grösseren Geschwindigkeit in der unteren Hohlvene die natürliche Bahn einen bedeutenderen Bruchtheil von dem Gesammtstrome als bei einer geringeren Stromstärke daselbst empfängt, weil die nachgiebigen Wandungen der natürlichen Bahn dem beschleunigten Strome weniger Widerstand bieten werden als das starre Metall der künstlich eröffneten Bahn.

Nach diesen Mittheilungen werde ich nicht mehr dem Verdachte ausgesetzt sein, als ob ich im Sinne hätte, die Strömungsvorgänge in den von mir verwendeten Thieren mit den natürlichen zu identificiren. Ich halte es im Gegentheil für gewiss, dass die absoluten Blutmengen, welche in gleichen Zeiten an unversehrten Thieren durch die untere Hohlvene zum Herzen strömen, andere sein werden als die, welche aus dem Metallrohre ausfliessen. Dieses Zugeständniss lässt sich jedoch mit der Behauptung vereinigen, dass die Aenderungen des Stromes im Metallrohr in gleichem Sinne mit denjenigen gehen, welche in den Wurzeln der v. cava stattfinden. Meine Versuche machen darum nur den Anspruch auf den Nachweis, dass der Ausfluss aus dem Metallrohr vermehrt wird, wenn ein Gleiches mit dem Zufluss in die Wurzeln der Hohlvene stattgefunden hat. Für den Zweck, zu dem sie angestellt wurden, wird ihnen selbst bei dieser Beschränkung ihr Werth nicht genommen, denn es sollte ja nur geprüft werden, ob während der gleichzeitigen Reizung einer grossen Zahl von sympathischen Gefässnerven die Geschwindigkeit des Gesammtstromes vermehrt oder vermindert werde. Hierüber kann also immer ein Aufschluss gegeben werden, da das Blut, welches in die untere Hohlvene einströmt, seinen Weg durch Knochen, Muskeln, die Haut und die Baucheingeweide, also durch Organe nimmt, welche in der verschiedensten Abhängigkeit von den Gefässnerven stehen.

Mancher meiner Leser wird bei der Durchsicht der methodischen Bemerkungen vielleicht schon die Frage erhoben haben, wesshalb ich es nicht vorgezogen, das Metallrohr in die uneröffnete Brusthöhle einzusenken, da doch unter diesen Umständen der Blutstrom unter Bedingungen beobachtet worden wäre, die den gewöhnlichen näher gestanden hätten. Auf diesen Einwurf ist zu erwidern, dass der Abfluss aus dem Metallrohre bei geschlossener Brusthöhle aus zwei Gründen doppelsinniger gewesen sein würde, wie er es bei der geöffneten war. Der Druck, welcher auf der äusseren Wandfläche der v. cava inferior lastet, ist, wie bekannt, geringer, als der atmosphärische, und ausserdem wegen der veränderlichen Ausdehnung der Lunge inconstant. Um demgemäss die aus der Brusthöhle hervorragende Mündung des Metallrohrs in gleich günstige Bedingungen zu setzen, wie sie dem Herzen gewährt sind, hätte man jenes ebenfalls mit einer saugenden Flüssigkeitssäule versehen müssen, die in demselben Maasse und in denselben Zeiten wie die Saugwirkung der Lunge zu verkleinern und zu vergrössern gewesen wäre. Dass es unmöglich ist, diese Bedingung zu erfüllen, bedarf für den Kenner keiner weiteren Bemerkung. — Der zweite Grund, welcher mich bewegen musste, die Brusthöhle zu eröffnen, lag darin, dass es nur nach dieser Operation möglich war, die Metallröhre in der Lichtung der unteren Hohlvene so zu befestigen, dass neben ihr dem Blute kein Weg in den Vorhof offen blieb. Wie sehr dieses nothwendig, geht aus der folgenden Beobachtung hervor. In dieser war ein Hund von 4270 Gramm Körpergewicht so vorbereitet, wie ich es beschrieben habe. Es wurden an demselben zwei Blutungen kurz hintereinander ausgeführt; während der ersten derselben war das Metallrohr in die v. cava inferior eingesteckt, ohne dass die letztere auf jenem festgebunden war, während der zweiten Blutung dagegen war die Schlinge um die v. cava zugezogen. Es ergab sich:

Hund. Körpergewicht 4270 Gramm.

	0	6	10	15	20	25	Secunden.
Metallrohr eingesteckt.	49	44	38	34	32	29	Druck in Millimetern Hg.
		12,3	9,7	8	8,6	6,4	Sa. 45 Ccm. ausgefl. Blutmenge.
Metallrohr eingebunden.	29	27	25	24	23	22	Druck in Millimetern Hg.
		18	10,3	11	8,7	8	Sa. 56 Ccm. ausgefl. Blutmenge.

Man mag hieraus ersehen, wie nothwendig es ist, das Metallrohr in die Vene einzubinden; denn niemals vermag sich

dasselbe an die Wand der v. cava hermetisch anzuschliessen, da es einen geringeren Durchmesser als die v. cava inferior besitzen muss, weil es durch die engere v. jugularis zu der weiteren v. cava zu gelangen hat. Durch die Eröffnung der Brusthöhle gewinnt man ausserdem den Vortheil, dass, weil der äussere Druck auf die v. cava inferior constant bleibt, auch der am freien Ende des Metallrohrs vorhandene unveränderlich erhalten werden kann. Es ist vortheilhaft, diesen letzteren um einige Ccm. Wasser niedriger als den barometrischen zu stellen, da man hierdurch einen Theil der Widerstände compensirt, die das Metallrohr einführt. Ueber die genannte Länge des saugenden Rohres darf man jedoch nicht hinausgehen, weil sonst die weiche Wand der v. cava vor der Mündung des eingesetzten Metallrohrs durch Ansaugung verschlossen wird, wodurch dann dem Strome in der Richtung des Rohres statt einer Verminderung eine Vermehrung des Widerstandes erzeugt würde. — Nach der Eröffnung der Brusthöhle lässt sich, wie erwähnt, die Wand der Hohlvene auf das Metallrohr fest schlingen, so dass dem Blute ein Nebenweg verschlossen wird. welcher wegen seiner Veränderlichkeit vorzugsweise störend wirken muss. Da nun aber durch das Aufbinden der v. cava eine Stauung des Blutes unterhalb der Unterbindungsstelle zu erwarten war, so wurde diese jedesmal etwa 1 bis 2 Secunden vor dem Beginn der Verblutung ausgeführt. Die beliebige Abgrenzung dieses Zeitraums gelang, weil die Schlinge auf dem Unterbindungsstäbchen sass, so dass die seidene Schnur vor der Brustwand nur fest angezogen werden durfte, um die Einschnürung zu erreichen. Nachdem die Blutung die gewünschte Zeit hindurch angedauert hatte, wurde der Faden auf dem Stäbchen wieder gelöst und somit die directe Verbindung der unteren Körperhälfte mit den Herzen wieder hergestellt.

Ich gehe nun zu der Mittheilung der Resultate über, welche ich aus einer Vergleichung der Blutungen während des ruhenden und gereizten Rückenmarkes am curaresirten Thiere erhalten habe. Um die Wirkung der Reizung in allen Stadien zu studiren, wurde entweder mit der Blutung und der Reizung gleichzeitig begonnen, oder diese zu der schon bestehenden Blutung hinzugefügt, oder mit der Blutung erst begonnen, nachdem die Reizung einige Zeit bestanden hatte, oder auch, nachdem das Rückenmark schon kürzere oder längere Zeit aus dem Inductionsstrome ausge-

schaltet war. In allen Fällen wurde neben der ausgeflossenen Blutmenge auch noch der Druck in der arteria carotis bestimmt.

Hund. Körpergewicht 4860 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	Secunden.
Blutung ohne Reizung des Rückenmarkes.	29	27	25	23	23	21	Druck in Millimetern Hg.
		14	11,3	10	8,7	10,6	Sa. 54,6 Ccm. = 1,12 p.C. d. Kpgw.
Blutung u. Reizung d. Rückenmarks beginnen gleichzeitig.	29	40	51	61	69	74	Druck in Millimetern Hg.
		16	14,6	14,7	13,3	12,7	Sa. 71,3 Ccm. = 1,46 p.C. d. Kpgw.
Die Blutung beginnt 95 Sec. nach beendeter Reizung.	55	46	38	34	30	29	Druck in Millimetern Hg
		16	6,6	18	12,7	10,7	Sa. 64 Ccm. = 1,31 p.C. d. Kpgw.
Blutung u. Reizung d. Rückenmarkes beginnen gleichzeitig.	27	38	53	61	70	76	Druck in Millimetern Hg.
		13,3	14	13,3	14	10,7	Sa. 65,3 Ccm. = 1,35 p.C. d. Kpgw.
Die Blutung beginnt 45 Sec. nach beendeter Reizung.	95	67	55	48	40	36	Druck in Millimetern Hg.
		19	13	13,3	11,3	11	Sa. 67,6 Ccm. = 1,40 p.C. d. Kpgw.
Die Blutung beginnt 155 Sec. nach beendeter Reizung.	38	34	31	28	25	23	Druck in Millimetern Hg.
		14,6	11,4	11,3	11,3	9,4	Sa. 58 Ccm. = 1,19 p.C. d. Kpgw.

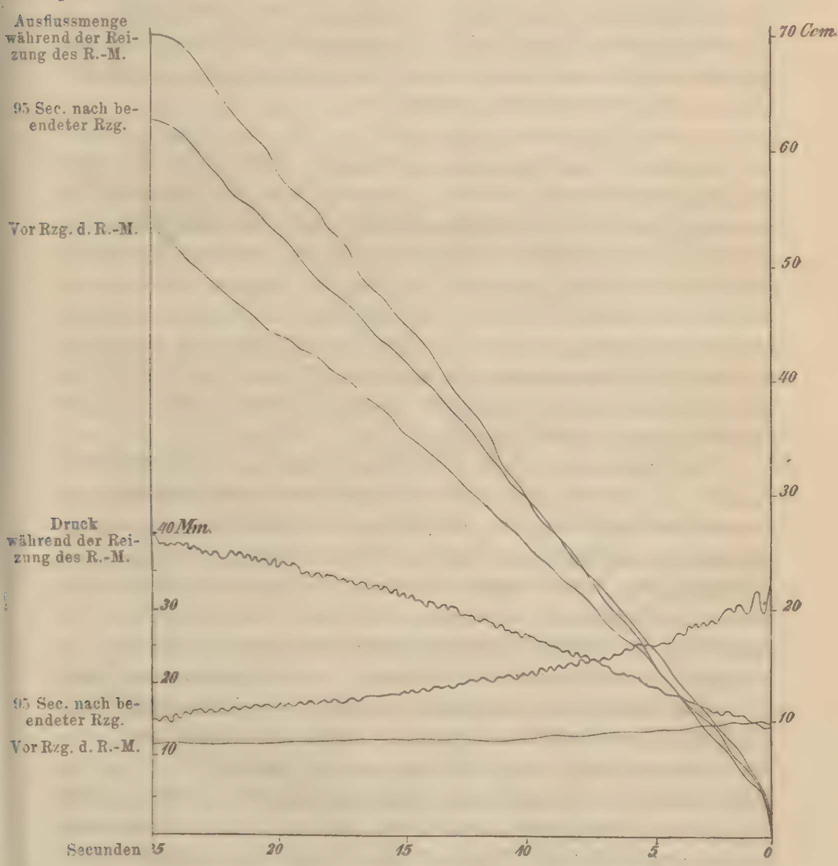
Hund. Körpergewicht 6550 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	Secunden.
Blutung ohne Reizung des Rückenmarkes.	38	36	35	34	34	32	Druck in Millimetern Hg.
		17,3	15,3	16	12	11,7	Sa. 72,3 = 1,10 p.C. des Kpgw.
Blutung u. Reizung d. Rückenmarkes beginnen gleichzeitig.	42	53,	61	70	66,5	63	Druck in Millimetern Hg.
		18	19,3	19,3	17,4	11,6	Sa. 87,6 = 1,30 p.C. des Kpgw.
Die Blutung beginnt 45 Sec. nach beend. Reizung d. Rückenm.	87	63	61	49	44	40	Druck in Millimetern Hg.
		20	18	15,3	14,7	14	Sa. 82 = 1,27 p.C. des Kpgw.
Die Blutung beginnt 130 Sec. nach beend. Reizung d. Rmarkes.	46	40	37	36	34	33	Druck in Millimetern Hg.
		20	15,3	15,3	16,7	10	Sa. 77,3 = 1,18 p.C. des Kpgw.

Hund. Körpergewicht 5770 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	30	35	Secunden.
Die Reizung des Rmarkes beginnt 10 Sec. nach Anfang der Blutung.	24	18	17	21	29	41			Druck in Millim. Hg.
		13,3	8	6	8	9,3			Sa. 44,6 Ccm.
Die Reizung des Rmarkes beginnt 15 Sec. nach Anfang der Blutung.	33	30	29	27	32	42	49		Druck in Millim Hg.
		13,6	11	9,4	9,3	10	10,7		Sa. 64 Ccm.
Die Reizung des Rmarkes beginnt 15 Sec. nach Anfang der Blutung.	44	37	33	29	30	36	45	53	Druck in Millim. Hg.
		14,6	8,7	11,3	10,7	9,3	8	10	Sa. 72,6 Ccm.

Um den Gang der Blutung deutlich hervortreten zu lassen, sind die Zahlen, welche ihn angeben, fett gedruckt worden. Obwohl sie, wie mir scheint, schon genügend für sich allein sprechen, so empfiehlt es sich doch noch, auch eine der Beobachtungen in der Form wiederzugeben, in welcher sie unmittelbar gewonnen sind. Dieses geschieht durch den nachstehenden Holzschnitt, auf welchem die natürlichen Curven der Carotidendrücke und der Ausflussgeschwindigkeiten der drei ersten Beobachtungen des Hundes von 4860 Gr. Körpergewicht durchgepaust sind.



Zu den mitgetheilten Versuchen füge ich die Bemerkung,

dass in dem Metallrohr, so oft es während des Verlaufs einer Beobachtung herausgenommen, keine Spur eines Gerinnsels vorhanden war; die Versuche sind also in dieser, wie in jeder anderen Beziehung als vollkommen gelungene anzusehen. Es wird kaum der Bemerkung bedürfen, dass mich das Glück nicht immer so begünstigt hat. Nicht wenige Beobachtungen mussten der eingetretenen Gerinnung wegen verworfen werden. In keiner der weniger gelungenen Beobachtungen, deren ausführliche Mittheilung ich unterlasse, ist jedoch ein Fall enthalten, welcher mit den Resultaten der vorgeführten im Widerspruch stände.

Wenn man das Ergebniss, welches die Zahlen liefern, in Worten zusammenfassen will, so muss man die Veränderungen in der ausgeflossenen Blutmenge von denen scheiden, die sich in der Carotidenspannung ausprägen.

Aus der Betrachtung der entleerten Blutmenge ergiebt sich, dass die Geschwindigkeit des Ausflusses ebensowohl von dem Reizungszustande der Nerven, wie auch von der Menge schon vorher abgelaufener Flüssigkeit bedingt ist. Die Bedeutung des letzteren der genannten Factoren tritt rein hervor, wenn der Versuch bei nicht gereiztem Rückenmark angestellt wird. In diesem Falle nimmt die Geschwindigkeit des Ausflusses stetig ab, eine Erscheinung, welche ihre zureichende Erklärung in der abnehmenden Spannung der Venenwurzeln findet, die ihren Inhalt entleeren, ohne dass ihnen ein entsprechender Ersatz von den Capillaren aus zugeführt wird.

Die Wirkung, welche die Tetanisirung des Rückenmarkes ausübt, lässt sich dagegen dahin aussprechen, dass der Reizungszustand der Gefässnerven, welchen sie hervorruft, eine Beschleunigung des Ausflusses bedingt, welche so lange anhält, als die Erregung der Nerven selbst dauert. Vermuthungsweise wäre hiezu die Ergänzung zu fügen, dass die Geschwindigkeit des Ausflusses in irgend welchem Verhältnisse mit der Stärke der Erregung im Zunehmen begriffen sei. — Für den ersten Theil der ausgesprochenen Abhängigkeit treten die Zahlen mit vollkommener Deutlichkeit ein, denn es ergiebt sich aus ihnen, dass der Ausfluss nicht bloss im Beginn der Reizung oder nur so lange zunahm, als die Tetanisirung des Markes andauert, sondern dass dieses auch noch kurze Zeit nach Entfernung des Reizes geschieht und zwar so lange, als die sogenannte Nachwirkung desselben anhält, von deren Bestehen wir namentlich

durch den höhern Druck des Blutes in der Aorta und die allmälig weichende Verengung des Durchmessers kleiner Arterien unterrichtet sind. — Grössere Schwierigkeiten entstehen, wenn man es unternimmt, die Stärke der Erregung mit der vermehrten Geschwindigkeit des Ausflusses zu vergleichen, weil es unthunlich ist, in dem Versuche alle übrigen Bedingungen mit Ausnahme der Intensität der Reizung gleich zu erhalten. Unter diesen Umständen würde nur aus einer grossen Zahl von Beobachtungen bezw. aus ihren Mittelwerthen eine Regel abzuleiten sein. Eine Andeutung dafür, dass die Geschwindigkeit des Ausflusses von der Stärke der Reizung abhängig sei, ergiebt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen insofern, als es sich zeigt, dass die erstere im Verhältniss zu der bei ungereiztem Marke einen um so geringeren Zuwachs empfängt, je später das Stadium der Nachwirkung war, in welchem mit dem Ausflusse begonnen wurde. So ergiebt sich beispielsweise, dass in dem Versuche I in 25 Secunden ohne Reizung des Rückenmarkes 54,6 Ccm. ausflossen. Als dagegen die Messung gleichzeitig mit der Reizung des Rückenmarkes begann, strömten in derselben Zeit wie vorher 71,3 Ccm. hervor. Als die Messung 45 Secunden nach beendeter Reizung vorgenommen ward, wurden in derselben Zeit wie vorher 67,6 Ccm. gewonnen, und als die Messung endlich 95 Secunden nach der beendeten Reizung ihren Anfang nahm, wurden in derselben Zeit wie vorher 64 Ccm. aufgefangen. Eine ähnliche Abhängigkeit der ausfliessenden Menge vor der Periode der Nachwirkung stellen auch die Zahlen des zweiten der oben angeführten Versuche auf.

Die vorgelegten Beobachtungen zeigen, dass die Wirkung der Reizung sich nicht bloss auf eine Steigerung der Ausflussgeschwindigkeit aus dem Metallrohre beschränkt: gleichzeitig mit diesem erhöht sich auch der Druck in der arteria carotis. Die Beziehungen, welche zwischen der Ausflussgeschwindigkeit und dem Drucke hervortreten, sind die folgenden: Wenn die Tetanisirung des Markes vorgenommen wird während des Ausflusses aus dem Metallrohr, so steigt der arterielle Druck von dem Augenblicke an, in welchem sich auch ein beschleunigtes Ausfliessen bemerklich macht. Dieses Zusammentreffen wirkt namentlich dann überraschend, wenn die Tetanisirung des Rückenmarkes, wie dieses im dritten der oben aufgeführten Versuche geschah, erst dann ihren Anfang nimmt, nachdem die Blutung schon 10

bis 15 Secunden hindurch im Gange gewesen war. Jedenfalls ist es auffallend, dass sich der arterielle Druck nach einem nicht unbedeutenden Blutverlust und trotz fortdauernder Ablenkung des unteren Hohlvenenblutes vom Herzen noch in einem so merklichen Grade erhöhen kann.

Das Verhältniss zwischen dem Druck in der a. carotis und der Geschwindigkeit des Abfliessens aus dem Metallrohr gestaltet sich dagegen anders, wenn der Ausfluss während der Nachwirkungen des Reizes begann. Unter dieser Voraussetzung verhält sich der Druck ähnlich wie beim Abfliessen während des nicht gereizten Rückenmarkes, d. h. er nimmt in dem Maasse ab, in welchem die Summe des ausgeflossenen Blutes zugenommen hat.

Um das Anwachsen des arteriellen Druckes zu erklären, welches während der bestehenden Tetanisirung des Markes ungeachtet der fortdauernden Blutentleerung zu Stande kommt, wird man annehmen müssen, dass das Blut nicht nur zum Metallrohr, sondern auch in vermehrtem Maasse zum Herzen ströme. Denn dass auch die Füllung des Herzens gewachsen sei, scheint mir desshalb unabweisbar, weil, wie wir auf Seite 671 gesehen haben, ein nicht unbeträchtlicher Theil der Blutmenge, welche aus dem Metallrohr abfliesst, von dem Inhalte der Aorta herrührt. Wenn aber dieses der Fall ist, wenn also während der Reizung die Aorta mehr Blut als sonst in die Capillaren entleert, so kann eine vermehrte Ausdehnung derselben auch nur aus einem reichlicheren Zufluss zu ihr erklärt werden. Um diese Behauptung noch sicherer zu stellen, als es bisher geschehen, führe ich die folgenden Versuche an, in welchen die aorta thoracica vorübergehend unterbunden und der Ausfluss aus der vena cava inferior während der Erregung und der Ruhe des Rückenmarkes beobachtet wurde.

Hund. Körpergewicht 2500 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	Secunden.
Aorta unterbunden, Rückenmark gereizt.	80	87	91	93	91	92				Druck in Mm. Hg.
		9,3	3,3	2,7	2,0	2,0				Sa. 19,3 Ccm.
Aorta unterbunden, d. Reizung d. Rückenmarkes beginnt 20 Sec. nach Anfang der Blutung.	57	57	55	55	51	51	53	53	51	Druck in Mm. Hg.
		11,3	3,3	2,0	2,0	1,7	1,7	2	2	Sa. 26 Ccm.
Aorta unterbunden ohne Reizung.	55	53	52	51	51	49				Druck in Mm. Hg.
		8,6	3	1,7	1,3	1,4				Sa. 16 Ccm.
Aorta offen ohne Reizung.	29	27	26	25	25	24				Druck in Mm. Hg.
		11,3	4,7	2,6	2,7	2				Sa. 23,3 Ccm.

Hund. Körpergewicht 6550 Gramm.

	0	5	10	25	20	25	Secunden.
Aorta offen ohne Reizung des Rückenmarkes.	38	36	35	34	34	32	Druck in Millimetern Hg.
		17,3	15,3	16	12	11,7	Sa. 72,3 Ccm.
Aorta unterbunden ohne Reizung d. Rückenmarkes.	38	38	38	37	38	38	Druck in Millimetern Hg.
		17,3	12	12	11,3	8,7	Sa. 63,3 Ccm.
Aorta unterbunden mit Reizung des Rückenmarkes.	32	34	38	38	36	38	Druck in Millimetern Hg.
		18	14	13,3	10,7	10,6	Sa. 66,6 Ccm.

Das Resultat dieser Versuche besteht also darin, dass bei geschlossener Aorta und gleichzeitiger Reizung des Rückenmarkes zwar etwas mehr ausfliesst als bei der einfachen Unterbindung der Aorta, aber bedeutend weniger als zu der Zeit, in welcher die Aorta offen und das Rückenmark nicht gereizt war. Unter Hinzuziehung der früher mitgetheilten Ergebnisse darf sonach geschlossen werden, dass durch die Tetanisirung des Rückenmarkes der Strom in der vena cava während der offenen Aorta um ein bedeutendes mehr beschleunigt werde, als dieses während der Verschliessung der letztern der Fall ist. Wenn sich nun auch in den soeben mitgetheilten Versuchen der Unterschied höher als in später zu erwähnenden herausstellt, so sind sie doch jedenfalls dafür beweisend, dass ein wesentlicher Theil des Anstosses, welcher den Strom in der vena cava beschleunigt, von Seiten des Aortenblutes kommt. Somit ist es auch nicht mehr zu bezweifeln, dass das Anwachsen des arteriellen Druckes, welches während des Aderlasses aus der untern Hohlvene und der gleichzeitigen Tetanisirung des Rückenmarkes beobachtet wurde, davon herrührt, dass auch dem Herzen das Blut reichlicher zuströmte. — Gegenwärtig muss es unentschieden bleiben, ob das Mehr an Blut, welches das Herz empfängt, aus den Wurzeln der v. cava superior oder aus denen der v. cava inferior herrührt, die, wie schon erwähnt, noch durch eine Nebenschliessung mit dem rechten Vorhofe verbunden ist. Käme dasselbe, wenn auch nur zum Theil, aus den Wurzeln der untern Hohlvene, so würde selbstverständlich die wahre Grösse des Stromes in dieser letzteren durch die aus dem Metallrohr gewonnenen Ausflussmengen wesentlich zu niedrig angegeben werden.

Ehe ich die Beschreibung der Versuche verlasse, welche ich mit Blosslegung der v. cava angestellt, muss ich noch der Pul-

sationen dieser Vene gedenken, welche *Heidenhain* während der Reizung des Rückenmarkes zuerst beobachtet hat. Die mit dem Herzschlage synchronischen Anschwellungen der Vene sind auch nach Eröffnung des Brustkastens deutlich sichtbar, jedoch nur so lange, als die Lichtung der Hohlvene mit der des Vorhofs in unmittelbarer Verbindung steht. Hiervon kann man sich überzeugen, wenn man einige Ccm. unterhalb der Herzmündung der Vene eine Ligatur anlegt. Wenn dies geschehen, so pulsirt nur noch der centrale Abschnitt, während der periphere seine rhythmischen Schwellungen aufgiebt. Die Pulsation, welche uns hier beschäftigt, ist also nicht mit derjenigen zu vergleichen, die öfter an den Venen der gereizten Speicheldrüse bemerkt wird; sie ist nichts anderes, als eine rückläufige Pulsation, wie man sie in den grossen, dem Herzen zunächst gelegenen Venenstämmen immer gewahrt, wenn sie und das rechte Herz selbst vom Blute geschwellt sind.

2. Versuchsreihe an der art. carotis.

Wenn man die Resultate, welche an der Vorhofsseite des Herzens gewonnen sind, an einem Orte bestätigen will, der jenseits des Ventrikels gelegen ist, so eignet sich hiezu nur ein grosser Ast der Aorta, durch den man den Inhalt der letztern nahebei zu entleeren vermag. Die Blutung, welche man hier einleitet, gewährt den Vortheil, dass sie bei geschlossener Brusthöhle unter Umständen sogar ohne Anwendung von Giften und an dem leichter zu handhabenden Kaninchen angestellt werden kann. Die der Messung des Blutes vorauszuschickenden Operationen bestehen zunächst in der schon beschriebenen Durchschneidung und Armirung des Rückenmarkes. Ausserdem müssen auch jetzt die beiden vagi durchschnitten werden, um die Zahl der Herzschläge während der Beobachtungszeit möglichst gleich gross zu erhalten. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass auch hier die künstliche Respiration nothwendig wird. Der Apparat, durch welchen das aufgefangene Blut gemessen bezw. in den Kreislauf zurückgebracht wurde, war derselbe, dessen sich schon *Tappeiner* *) bedient hat. Er stand mit einer der beiden Carotiden in Verbindung, indess in die andere ein Hg.-Manometer gesetzt war. Die Reihenfolge, in welche die Blutung mit der

*) Arbeiten des physiologischen Instituts zu Leipzig. 1872.

Reizung combinirt wurde, war die nämliche, wie in den Versuchen an der vena cava inferior.

Zuerst wurde die Blutung verglichen, während das eine Mal das durchschnittene Rückenmark in Ruhe blieb, das andere Mal dagegen in einen Tetanus versetzt wurde. Das Resultat eines solchen Versuches ist in den folgenden Zahlen niedergelegt.

Kaninchen. Curare. Körpergewicht 1180 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	Secunden.
Ohne Reizung d. Rückenmarkes.	29	26	25	24	23	22	Druck in Millimetern Hg.
		2	**1**	**1,3**	**1,2**	**0,8**	Sa. 6,3 Ccm.
Während der Reizung des Rückenmarkes.	114	97	89	76	67	69	Druck in Millimetern Hg.
		9	**8**	**7,3**	**6**	**3,7**	Sa. 34 Ccm.

Während der Reizung floss wie man sieht mehr als fünfmal so viel Blut aus, als bei durchschnittenem und ruhendem Halsmarke geliefert worden war. Durch diese Verhältnisszahl ist aber schwerlich die wahre Proportion zwischen dem Strom bei gelähmten und gereizten Gefässnerven ausgedrückt. Während der Reizung ist in den ersten Zeiträumen der Ausfluss dadurch vermehrt worden, dass die schon vorher stark angefüllte Aorta einen Theil ihres Inhaltes entleerte, so dass also hier die ausgeflossene Blutmenge grösser als die vom Herzen zugeflossene ausfiel. In den letzten 15 Secunden des Versuches dagegen, in welchen sich der Druck in der Aorta nur wenig verminderte, ist jedenfalls gegen die Capillaren hin mehr ausgeflossen, als in den entsprechenden Abschnitten des Versuchs, in welchen das Rückenmark unerregt geblieben, da unter diesen letzteren Bedingungen der Druck in der Aorta ein Dritttheil von dem betrug, welcher während der Reizung vorhanden war. Hiezu kommt, dass der Blutverlust, welcher erfahrungsgemäss die Grösse des strömenden Volums herabsetzt, bei der Beobachtung mit gereiztem Rückenmark viel beträchtlicher war. Gleichgültig aber, wie weit auch das Verhältniss der ausgeflossenen Blutmenge von demjenigen des Stromes abweicht, der in den verschiedenen Zuständen wirklich vorhanden war: jedenfalls geht aus dem mitgetheilten Versuche hervor, dass die Tetanisirung der Gefässnerven den Strom, welcher aus dem Herzen hervorgeht, ungemein beschleunigt.

Die zweite Anordnung des Versuches bestand darin, dass die Tetanisirung des Rückenmarkes erst in das Werk gesetzt wurde, nachdem die Blutung schon einige Zeit bestanden hatte.

Beispiele für den Erfolg dieser Combination liefern die beiden folgenden Versuche:

Kaninchen. Curare. Körpergewicht 1400 Gramm.

	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	Secunden.
Die Reizung des Rmarkes beginnt 7 Sec. nach Anfang d. Blutung.	17	13	12	19	26	34	40	42	43	46	Druck in Mm. Hg.
		2,3	1	2	1,3	2,4	3,6	3,4	3	3	Sa. = 22 Ccm.

Kaninchen. Curare. Körpergewicht 1430 Gramm.

	0	4	8	12	16	20	24	Secunden.
Die Reizung des Rmarkes beginnt 8 Sec. nach Anfang d. Blutung.	31	28	27	36	63	68	60	Druck in Millimetern Hg.
		2,6	1,7	2,3	4,7	5,3	3,9	Sa. = 21,5 Ccm.

	0	6,5	13	19,5	26	32,5	Secunden.
Die Reizung des Rmarkes beginnt 14 Sec. nach Anfang d. Blutung.	21	13	8,5	15	15	23	Druck in Millimetern Hg.
		4	5	6,6	7,0	8,0	Sa. = 30,6 Ccm.

Die Erscheinungen zeigen eine vollständige Analogie mit denjenigen, welche die Beobachtungen an der Vene bei einem gleichen zeitlichen Verhalten der Blutung und der Reizung ergeben hatten. Kurz nach dem Eintritte der Tetanisirung steigen Druck und Ausfluss gemeinsam.

In der dritten Reihe endlich wurde die Blutung begonnen, nachdem vorher die Aorta unmittelbar unter dem Zwerchfell über das Ligaturstäbchen geschnürt war. Die folgende Beobachtung giebt die Resultate des einzigen Versuches wieder, den ich unter der genannten Bedingung ausgeführt habe.

Kaninchen. Körpergewicht 1770 Gramm.

	0	5	10	15	20	25	30	Secunden.
Aorta unterb. ohne Reizung d. Rückenmarkes.	112	95	72	48	42	32		Druck in Millim. Hg.
		4,6	4,4	4,3	2,0	1,7		Sa. = 17 Ccm.
Aorta unterb. mit Reizung des R.-markes, die Reizung beg. 9 Sec. vor d. Blutung u. dauerte bis zum Schlusse.	129	67	53	44	30	27		Druck in Millim. Hg.
		16,5	3,5	2,0	2,3	1,7		Sa. = 26 Ccm.
Aorta unterb. ohne Reizung d. Rückenmarkes.	99	78	63	51	48	42	41	Druck in Millim. Hg.
		5,3	3,7	2,0	1,6	1,4	1,0	Sa. = 15 Ccm.
Aorta unterb. mit Reizung des R.-markes, die Reizung beg. 3 Sec. vor der Blutung.	99	78	78	57	50	40	48	Druck in Millim. Hg.
		5,6	4,7	4,2	4,5	3,0	2,6	Sa. = 24,6 Ccm.
Aorta unterb., d. Blutung beg. 30 Sec. nach beendigter Reizung d. Rückenmarkes.	101	80	65	46	36	31		Druck in Millim. Hg.
		6,6	5,4	4,5	2,1	1,7		Sa. = 20,3 Ccm.

Die Ergebnisse der beiden Reizungen bieten in mehrfacher Hinsicht Verschiedenheiten dar. In der ersten derselben strömte aus der gespannten Aorta von der 0ten bis zur 5ten Secunde verhältnissmässig sehr viel Blut ab, in den folgenden 20 Secunden aber nicht mehr, als in der entsprechenden Zeit bei unerregtem Marke. Bei der zweiten Reizung dagegen flossen anfänglich in den entsprechenden Zeiten bei ruhendem und gereiztem Marke annähernd gleiche Mengen ab. Von der 15ten bis zur 30sten Secunde aber erlangte der Ausfluss während des gereizten Rückenmarkes ein bedeutendes Uebergewicht über denjenigen während des unerregten Markes, trotzdem dass der Druck in der Aorta beide Mal auf nahezu gleicher Höhe stand.

Es muss dahingestellt bleiben, ob dieser Unterschied auf einem Nachlass der Reizbarkeit oder darauf beruht, dass zwischen dem Beginne der Blutung und der Reizung ein ungleich langer Zeitraum verstrichen ist.

Die Beschleunigung welche die Blutung unter den gegebenen Verhältnissen erlangte, liefert den unmittelbaren Beweis dafür, dass sich während der Reizung des Rückenmarkes der Inhalt gewisser Gefässbezirke, deren Arterien jenseits der Unterbindungsstelle der Aorta entspringen, in bedeutendem Grade vermindert beziehungsweise in das Herz entleert hat. Denn es ist kein anderer Weg denkbar, auf welchem der Ueberschuss an Blut hätte verfügbar werden können, welchen das Herz auswarf, da der Inhalt der Aorta sich unmittelbar und zwar um so ausschliesslicher durch die geöffnete Carotis entleeren musste, als ein grosser Theil ihrer Ausflussmündungen in die Capillaren in Folge der Unterbindung versperrt war.

An die bis dahin mitgetheilten Beobachtungen lassen sich die folgenden Bemerkungen knüpfen. — Hält man die bekannte und unbestreitbare Thatsache, dass sich während der Reizung des Rückenmarkes ein sehr grosser Theil der Aortenausgänge verschliesst, mit der hier dargestellten zusammen, wonach während der Reizung der Durchtritt eines grösseren Blutvolums durch das Herz stattfindet, so scheint es auf den ersten Blick, als ob das gleichzeitige Bestehen dieser beiden Aenderungen innerhalb des Kreislaufs unvereinbar sei. Bei weiterer Ueberlegung gelingt es jedoch, unter Zuhülfenahme der Bedingungen, die in den Kreislaufswerkzeugen verwirklicht sind, einen Ausweg zu finden. — Bei den Beobachtungen an der unteren Hohlvene ergab sich,

dass während der Reizung des Rückenmarkes das Blut rascher aus der Vene ausfloss, während sich zugleich die Füllung in der Aorta — dem steigenden Druck entsprechend — mehrte. Eine gleichzeitige Füllung der Venen- und Arterienstämme ist aber nur möglich, wenn sich andere Gefässbezirke ihres Inhalts entledigt haben. Dafür, dass dieses geschieht, spricht nun auch die bekannte Erfahrung, dass während der Tetanisirung des Rückenmarkes gewisse Bezirke, namentlich die Haut (Ohren), die Nieren, die Unterleibseingeweide erblassen, was nur dann eintreten kann, wenn nicht bloss ihre Arterien, sondern auch die Capillaren und theilweise die Venen ihr Blut hergegeben haben. Damit dieses Blutvolum, welches sich bisher auf einen grösseren Gefässbezirk vertheilte, in einem kleineren Platz finde, muss demselben ein höherer Druck ertheilt werden, durch welchen es die Elasticität der Gefässwandungen überwinden kann. Innerhalb gewisser Grenzen ist hierzu das Herz nun stets geeignet. Denn dieses ist als ein Werkzeug anzusehen, das zwar immer bereit ist, ein bestimmtes Maass von Arbeit zu liefern, das aber keineswegs an und für sich bestimmen kann, wie viel von seinen disponiblen Kräften im Kreislauf wirklich zum Vorschein kommt. Das letztere, die im Blutstrom vorhandene Arbeitskraft, hängt nämlich auch davon ab, wie weit das Herz vor dem Beginn seiner Zusammenziehung mit Blut gefüllt wurde und welchen Druck es in der Arterie bei seiner Entleerung zu überwinden hat. Desshalb wird es also dem Herzen möglich, grössere Blutmengen aus den Venen in die Arterien überzuführen, wenn ihm dieselben, wie es bei der Rückenmarkreizung geschieht, zugebracht werden. Hat das Herz durch den höheren Druck, welchen es entwickelt, die Aorta gefüllt, so dass ihr Inhalt selbst unter eine höhere Spannung geräth, so werden auch die Arterien niederer Ordnung, deren Ringmuskeln vom gereizten Rückenmark aus keine Anregung zur Zusammenziehung empfangen haben, weiter ausgedehnt werden, als sie es vorher waren. Da ausserdem der Inhalt der grossen Venen immer unter einem geringen Druck bleibt, weil ihre Wand sehr nachgiebig ist, so wird aus den nicht contrahirten Arterien das Blut viel rascher als vorher abfliessen, weil einerseits ihr Querschnitt zugenommen und weil gleichzeitig der Druckunterschied zwischen der Aorta und den Venen gewachsen ist. Unter diesen Bedingungen kann es sich nun leicht ereignen, dass die Blutmenge, welche in der Zeiteinheit aus der

Aorta abströmt, weit grösser als früher ist, bevor sich ein Theil der Ausflusswege verengt und ein anderer Theil derselben erweitert hat. Denn wenn eine Flüssigkeitsmasse durch eine kleinere Zahl von weiteren Röhren fliesst, so wird ihre Reibung geringer sein, als wenn sie gezwungen ist, durch eine grössere Zahl von engeren hindurchzugehen, wobei vorausgesetzt wird, dass die Summe der Querschnitte aller Röhren weiteren Kalibers ebenso gross oder grösser ist, als die Summe der Querschnitte aller engeren Röhren. Dieses ergiebt sich als eine nothwendige Folge bekannter hydraulischer Formeln.

Der Zustand, in welchem sich der Blutstrom während der Reizung des Rückenmarkes befindet, lässt sich somit kurz dahin zusammenfassen, dass ein Theil der Röhren sich verschliesst und blutleer gemacht wird, während ein anderer Theil derselben wegsam bleibt und das Blut aufnimmt, welches jene ersteren abgegeben. Dieser Zuwachs an Flüssigkeit kann in den wegsamen Röhren den nöthigen Platz finden, weil das Herz den entsprechenden Druckzuwachs liefert, so dass nun der Strom in wenigeren aber weiteren Röhren mit einem grösseren Druckunterschied fliesst als vorher in den zahlreicheren aber engeren.

Die vorgetragene Hypothese stellt ausserdem zwei Forderungen auf, die nämlich, dass durch die Nervenreizung in den Wandungen der wegsam gebliebenen Arterien keine Erschlaffung und in den Häuten der grossen Venenstämme keine Erhöhung des Tonus eintrete. Geschähe das erstere, so würde das restirende arterielle Strombett sich erweitern, ohne hierzu eines höheren Druckes zu bedürfen und es würde demnach der Antrieb zu grösserer Geschwindigkeit aus den Arterien in die Capillaren wegfallen. Daraus, dass in der That der Druck in der Aorta so bedeutend ansteigt, kann wohl auch auf die Abwesenheit einer grösseren Zahl von erweiternden Gefässnerven bezw. darauf geschlossen werden, dass bei der Reizung des Rückenmarkes die verengenden Vasomotoren das Uebergewicht über die etwa vorhandenen erweiternden erhalten.

In ähnlicher Weise, wie eine Erschlaffung in der Wand der Arterien würde eine vermehrte Widerstandsfähigkeit in der Wand der Venen dem Strome hinderlich sein. Denn um die Flüssigkeitsmenge zu ersetzen, welche durch den Verschluss einer Anzahl von Bahnen wegfällt, muss das Strombett auf seiner ganzen Länge erweitert und der Unterschied der Drücke, die am Anfang

der Aorta und am Ende der Hohlvenen vorhanden sind, möglichst gross werden. Diesen beiden Forderungen geschähe Eintrag, wenn die Wand der Venenstämme sich der Ausdehnung in höherem Maasse als sonst widersetzte. Die Vergrösserung des Widerstandes in den Venenstämmen wäre auch noch darum bedenklich, weil er zu einer bedeutenden Ausweitung der Venenwurzeln und der Capillaren führte, wodurch ein Antheil des Blutes in Anspruch genommen würde, der ohne dieses der Verbreiterung des Strombettes in den wegsamen Bahnen zu Gute kommt. Bei keinem meiner Versuche habe ich denn auch irgend eine Andeutung von einer Wirkung des erregten Rückenmarkes gesehen, welche auf eine vermehrte Contraction der Venenwandungen hingewiesen hätte. In allen Fällen wuchs nach der Reizung der Durchmesser der Vene rasch an und es zeigte sich, so oft eine entsprechende Messung vorgenommen wurde, auch ein Anwachsen des Blutdruckes in der vena cava inferior. Aber dieser Zuwachs war doch so gering, dass er in der Messung nur dann deutlich hervortrat, wenn bei ihr ein Wassermanometer in Anwendung gebracht wurde. Ich führe beispielsweise das Resultat einiger dieser Beobachtungen an. Bei einem Hund, der auf die früher beschriebene Weise vorbereitet war, wurde das freie Ende des an der vena cava inferior befindlichen Metallrohrs mit dem Wassermanometer, die Carotis dagegen mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gesetzt. Als die Schlinge, welche die Hohlvene auf das Metallrohr festzubinden bestimmt ist, nicht zugezogen war, stieg während der Rückenmarksreizung der Druck im Wassermanometer um 3 Millim. Hg. (40 Millim. Wasser), zugleich aber erhob sich der arterielle Druck von 25 auf 139 Millim. Hg., also um 114 Millim. Hg. Bei einer folgenden Reizung stieg der Druck in der vena cava inferior um 1,5 Millim. Hg. (20 Millim. Wasser), in der Carotis erhob sich dagegen der Druck von 22 auf 122 Millim. Hg., also um 100 Millim. Hg. — Etwas anders verhält sich die Druckänderung, wenn die vena cava auf die Metallröhre festgebunden ist. Mit diesem Acte sinkt der Druck in der Arterie (um 17 Millim. Hg.) und es steigt derselbe in der Vene bis zu 3 Millim. Hg. (36 Millim. Wasser). Als nun die Rückenmarksreizung hinzutrat, erhob sich der Druck in der Hohlvene um 11 Millim. Hg. (140 Millim. Wasser). Ganz ähnliche Resultate erhielt ich vom Kaninchen. Auch hier schwankte der Druckzuwachs, welchen das Venenblut während der Tetani-

sirung des Rückenmarkes gewann, zwischen einem halben bis 3 Millim. Hg. Diese Werthe sind aber offenbar grösser als die normalen, weil sie ja unter Umständen gewonnen sind, unter welchen durch das eingesetzte Metallrohr eine ganz bedeutende Veranlassung zur Stauung gegeben ist. Demnach glaube ich, dass auch diese Druckbestimmungen für die Abwesenheit eines vermehrten Tonus in den Venenwänden sprechen.

In Folge der Anschauungen, die ich über den Blutstrom bei gereiztem Rückenmark entwickelt habe, müsste man erwarten, dass nach der Unterbindung solcher Arterien, welche nach unserer gegenwärtigen Voraussetzung während der Tetanisirung des Rückenmarkes verschlossen werden, der Druck in der arteria carotis erhöht und die Geschwindigkeit des Stromes in der untern Hohlvene beschleunigt würde. Ein Versuch, welcher geeignet ist, die erste der genannten Bedingungen zu erfüllen, lässt sich nicht unschwer ausführen, da, wie bekannt, vorzugsweise die Unterleibsarterien von der Reizung des Rückenmarks beeinflusst werden. Es genügt desshalb, die drei Darmarterien zu umschlingen und die Geschwindigkeit, mit welcher das Blut aus der vena cava inferior hervorströmt, zu messen, entweder wenn die Unterleibsarterien offen oder wenn sie geschlossen sind. Diesen Versuch auszuführen war ich umsomehr geneigt, als er ein eigenthümliches Gegenstück zu den Erscheinungen liefern musste, welche die Unterbindung der Pfortader hervorruft. Der Versuch selbst wird dadurch vorbereitet, dass zuerst die arteria mesenterica inferior fest verschlossen wird und dass darauf je eine seidene Schnur um die arteria coeliaca und die arteria mesenterica superior gezogen wird; beide sind mit Ligaturstäbchen versehen. Die Aufsuchung dieser Arterien geschieht am besten ausserhalb des Bauchfelles durch einen Schnitt, der neben dem langen Rückgratstrecker zur Aorta führt. Alle Gefässe, welche bei der Blosslegung der Aorta bluten, müssen auf das sorgfältigste unterbunden werden, damit die Wunde vollkommen klar und rein bleibt. Zu diesem Ende empfiehlt es sich auch die Lumbalvene, welche einen grossen Theil des Blutes aus dem m. sacro-lumbaris sammelt und über die Nebenniere zur Hohlvene führt, vor der Durchschneidung zu unterbinden, weil sie sonst sehr reichlich blutet und die Gegend beschmutzt,

in welcher die vena mesenterica superior liegt. Das Gleiche gilt von der entsprechenden Lumbalarterie. Die Schonung des Bauchfells ist nicht allein desshalb erforderlich, weil hierdurch der Vorfall des Dünndarms im Interesse der Klarheit des Operationsfeldes verhütet wird, sondern auch noch darum, weil man nur hierdurch Veränderungen in der Wand des Darmes vermeiden kann, die den normalen Blutstrom durch dieselbe beeinträchtigen. Mit der Umschlingung der genannten Unterleibsarterien habe ich beim Kaninchen auch noch diejenige der vena portarum combinirt, wobei ich mich genau an die Vorschriften hielt, die in der Abhandlung von *Tappeiner* gegeben sind.

Zunächst stellte ich mir die Frage, wie sich einerseits nach Unterbindung der Unterleibsarterien, und wie sich andrerseits nach Unterbindung der vena portarum der Druck in der Carotis gestalten möchte. Die Antwort hierauf erhielt ich durch den folgenden Versuch.

Kaninchen. Körpergewicht 1740 Gramm.
n. vagi durchschnitten.

	Druck in der a. carotis in Mm. Hg.
Nach Ausführung der vorbereitenden Operationen	73
150 Secunden nach Unterbindung der v. portarum	47
30 Secunden nach Wiedereröffnung der v. portarum	72
Nach Unterbindung der arteria coeliaca	72
Nach darauffolgender Unterbindung der a. mesenterica sup.	83
Mehrere Minuten nach dieser Unterbindung	83
Nach Hinzutritt der Unterbindung der v. portarum	85
Mehrere Minuten nachher	85
a. coeliaca und a. mesenterica geöffnet	44
v. portarum geöffnet	53
a. coeliaca und a. mesenterica geschlossen	77
v. portarum geschlossen	77

In diesem Versuche, welcher mit ganz ähnlichem Erfolge öfter wiederholt worden ist, sprechen sich verschiedene Eigenthümlichkeiten des Stromlaufes aus. Zuerst zeigt sich, dass die Zuflusswege zu den Gefässen der Verdauungswerkzeuge sehr ausgiebig unterbunden sein müssen, wenn hierdurch ein Ansteigen des Druckes erzeugt werden soll. Und auch dann, wenn die Arterien der Verdauungswerkzeuge sämmtlich unterbunden sind, ist der Zuwachs des arteriellen Druckes beim Kaninchen kein bedeutender. Unmittelbar nach dem Verschluss der Arterien erhebt sich allerdings der Druck öfter um 20 bis

24 Mm. Hg. höher, als er vor der Unterbindung gewesen. Aber von diesem Stand sinkt er alsbald ab, bis er um 5 bis 12 Mm. höher als vor der Unterbindung steht. Erst bei diesem Werthe des Zuwachses hält er sich constant, so dass während eines Zeitraums von mindestens 10 Minuten keine Veränderung desselben sichtbar wird.

Der mitgetheilte Versuch lehrt ferner, dass die Unterbindung unserer Strombahn zu wesentlich verschiedenen Erfolgen führte, je nach dem Orte, an dem sie angebracht wurde. Geschah die Verschliessung an den Arterien, so trat ein Steigen, geschah sie an der v. portarum, so trat ein Sinken des arteriellen Druckes ein. Dieser Unterschied lässt sich nur auf hydraulische Ursachen zurückführen, denn die Unterbindung der v. portarum bleibt wirkungslos, wenn sie erst nach vorhergegangenem Verschluss der Darmarterien angelegt wird. Warum aber die Verschliessung des Darmkreislaufes an seinem Anfang anders wirkt als an der v. portarum, weiss ich nicht anzugeben, vorausgesetzt dass, wie *Tappeiner* behauptet, die in den Gefässen des Darmes angehäufte Blutmenge das Absinken des arteriellen Druckes nicht zu erklären vermag, welches die Unterbindung der Pfortader hervorbringt.

Während die Unterbindungen der Darmarterien und der Pfortader in ihren Wirkungen rücksichtlich des Aortendruckes nach entgegengesetzten Richtungen hin auseinandergehen, treffen sie bezüglich der Geschwindigkeit überein, die sie in der zum Herzen geführten Blutmenge veranlassen. *Tappeiner* hat bewiesen, dass durch die Unterbindung der vena portarum die Blutmenge, welche das Herz empfängt, vermindert wird. Dasselbe geschieht, wenn die Darmarterien verschlossen werden. Dieses zeigt der nachstehende Versuch an der vena cava inferior.

Hund. Körpergewicht 7620 Gramm.

	0	5	10	15	20	Secunden.
Darmarterien offen	86	76	59	55	53	Druck in Millim. Hg.
		24,6	21,4	19,3	17,3	Sa. = 82,6 Ccm.
Darmarterien geschlossen	106	104	108	106	97	Druck in Millim. Hg.
		22	18	15	13	Sa. = 68,6 Ccm.
Darmarterien offen	55	48	43	40	38	Druck in Millim. Hg.
		24	18,6	18	16	Sa. = 76,6 Ccm.
Darmarterien geschlossen	131	124	120	118	103	Druck in Millim. Hg.
		21,3	16	15,3	13,4	Sa. = 66 Ccm.
Darmarterien offen	49	47	41	38	37	Druck in Millim. Hg.
		24	18,6	16,7	14	Sa. = 73,3 Ccm.

Aus der geöffneten v. cava floss also jedesmal ein geringeres Volumen Blut hervor, wenn die Darmarterien geschlossen waren. Dieser Versuch beweist für die Verminderung der zum Herzen geführten Blutmenge um so deutlicher, als der Zustand, in welchem sich die Darmgefässe während desselben befanden, ein wesentlich verschiedenartiger war. Dieses letztere geht aus dem ungleichen Stande hervor, welchen der arterielle Druck in den verschiedenen Zeitabschnitten des Versuches darbot. Vor dem Beginn der ersten Blutung bei offenen Darmarterien stand der arterielle Druck auf 86 Mm., vor dem Beginn der zweiten war er auf 55, und vor dem Beginn der dritten sogar auf 49 Mm. gesunken. Dem entsprechend hatten auch die in gleichen Zeiten aus der Hohlvene abfliessenden Blutvolumina abgenommen, ein Verhalten, welches den Vorstellungen entspricht, die man gegenwärtig über die Abhängigkeit zwischen Druck und Geschwindigkeit besitzt. Die nach den wiederholten Unterbindungen der Darmarterien eintretende Verminderung des arteriellen Druckes ist wahrscheinlich auf eine Lähmung der Darmgefässe zurückzuführen. In den zwei aufeinanderfolgenden Beobachtungen bei unterbundenen Darmarterien verhielt sich der arterielle Druck gerade umgekehrt, indem er nach dem ersten Verschlusse bedeutend weniger anstieg, als nach dem zweiten. Trotzdem floss während der Dauer der ersten Verschliessung nur ein Merkliches mehr an Blut aus der Hohlvene hervor, als während der zweiten. Auch selbst wenn man das Maximum des Ausflusses während der Unterbindungszeit mit dem Minimum desselben bei offenstehenden Darmarterien vergleicht, ergiebt sich immer noch ein Uebergewicht des Stromes in der untern Hohlvene für die Zeit, in welcher die Arterien offen waren.

Die Unterbindung der Darmarterien war in der Absicht unternommen worden, um die Hypothese zu prüfen, welche den vermehrten Strom in der vena cava während der Tetanisirung des Rückenmarkes erklären sollte. Wäre durch die Ligatur solcher Arterien, die auch durch die Tetanisirung des Rückenmarkes verschlossen werden, der Druck in den Arterien und die Geschwindigkeit in der vena cava erhöht worden, so wäre dieses als eine willkommene Bestätigung unserer Vorstellungen anzusehen gewesen. Diese Uebereinstimmung trat jedoch nicht ein, und es fragt sich nun, ob hierdurch unsere Hypothese unhaltbar geworden. Für die weitere Aufhellung dieser Frage war es nun

zunächst geboten, die Geschwindigkeit des Blutstromes während der Reizung der nervi splanchnici zu ermitteln. Von den hierzu nothwendigen Versuchen habe ich einen an der a. carotis des Kaninchens und einen zweiten an der vena cava inferior des Hundes angestellt. Beidemal war der linke nervus splanchnicus durchschnitten, und mit sorgfältig isolirten Electroden versehen.

Kaninchen. Körpergewicht 1500 Gramm.
Curarevergiftung. Das Blut wurde aus der a. carotis aufgefangen.

	0	5	10	15	20	25	30	Secunden.
Linker n. splanchnicus durchschnitt.	103	80	65	51	48	48	48	Druck in Millim. Hg.
		7,3	4,0	3,3	2,4	1,0	0,6	Sa. = 18,6 Ccm.
Linker n. splanchnicus tetanisirt.	125	133	84	70	67	65	60	Druck in Millim. Hg.
		4,6	7,4	5,3	2,7	2,6	1,4	Sa. = 24 Ccm.

Hund. Körpergewicht 7100 Gramm.
N. vagi und linker n. splanchnicus durchschnitten. Das Blut aus der in die untere Hohlvene eingebundenen Metallröhre aufgefangen.

	0	4	8	12	16	Secunden.
Linker n. splanchnicus durchschnitten, ruhend.	38	30	29	29	32	Druck in Millim. Hg.
		22	16,6	16	15,4	Sa. = 70 Ccm.
Linker n. splanchnicus tetanisirt	38	40	41	38	34	Druck in Millim. Hg.
		26	19,3	18,7	16,6	Sa. = 80,6 Ccm.
Linker n. splanchnicus ruhend.	38	33	29	27	16	Druck in Millim. Hg.
		22	18	16	16	Sa. = 72 Ccm.
Linker n. splanchnicus ruhend.	48	46	43	42	42	Druck in Millim. Hg.
		26	19,3	18	17,3	Sa. = 80,6 Ccm.
Linker n. splanchnicus tetanisirt.	53	61	62	57	59	Druck in Millim. Hg.
		26	20,6	18,7	18	Sa. = 83,3 Ccm.
Linker n. splanchnicus ruhend.	51	46	42	42	44	Druck in Millim. Hg.
		22,6	20	16	16,7	Sa. = 75,3 Ccm.

Demnach liegt der Unterschied des Erfolges beider Eingriffe in die Stromwege des Unterleibs auf der Hand. Die Reizung des n. splanchnicus beschleunigt den Zufluss zum Herzen, während ihn die Unterbindung der Unterleibsarterien unter das gewöhnliche Maass herabdrückt. Da beide Male ein höherer Druck in der Aorta vorhanden war, so kann dieser an und für sich auch nicht die Ursache der nach entgegengesetzter Richtung hin abgeänderten Geschwindigkeiten gewesen sein. Worin liegt nun aber dieselbe? Im Sinne der von mir vertretenen Hypothese würde sie nur darin zu finden sein, dass die Gefässbezirke, deren Ner-

ven gereizt werden, ihr Blut austreiben, während sie, wenn nur ihre Arterien unterbunden waren, damit gefüllt bleiben. Bekanntlich ist dieser Gegensatz der Füllung bis zu einem gewissen Grade wenigstens deutlich ausgesprochen, aber immerhin unterliegt es dem Zweifel, ob derselbe in der That ausreicht, um den Unterschied der Füllungen in den wegsamen Stromröhren zu erklären. Denn es ist zu beachten, dass nach der Unterbindung der Darmarterien die Geschwindigkeit unter ihren Normalwerth herabsinkt, woraus unter Festhaltung unserer Vorstellungen folgen würde, dass die Gefässe der Baucheingeweide mit einer grössern Blutmasse als vorher gefüllt gewesen wären. Dieses ist von vornherein nicht recht wahrscheinlich. — Somit lassen meine Bemühungen, die Wirkung der Nervenreizung im Gegensatz zu derjenigen der Unterbindung aufzuhellen, noch eine Lücke, die durch zukünftige Versuche auszufüllen ist.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.